

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-251673

(43) 公開日 平成5年(1993)9月28日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 0 1 L 27/14

識別記号 庁内整理番号

7210-4M

F I

H 0 1 L 27/14

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数3(全9頁)

(21) 出願番号 特願平4-48526

(22) 出願日 平成4年(1992)3月5日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 相澤 茂樹

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 野口 一博

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 古賀 正文

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 中村 純之助

最終頁に続く

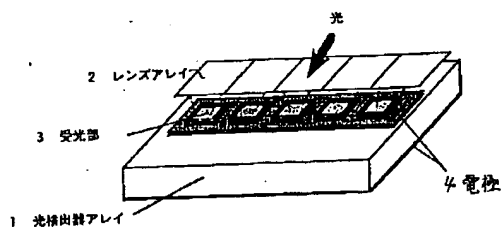
(54) 【発明の名称】 光検出装置

(57) 【要約】

【目的】 個々の受光部相互間に存在するバッファ層による光損失のない高速な光検出器アレイを提供する。

【構成】 入射する光信号を電気信号に変換する複数の受光部3を有する光検出器アレイ1とともにレンズアレイ2を備え、該レンズアレイ2は、相互に間隙なく配列した複数のレンズエレメントから成り、該レンズエレメントのそれぞれに入射した全光を対応のそれぞれの上記受光部に集光する構成を備える。

本発明の第1の実施例 (図1)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の受光部を有して該受光部に入射する光信号を電気信号に変換する光検出器アレイを有する光検出装置において、該光検出器アレイとともにレンズアレイを備え、該レンズアレイは、相互に間隙なく配列した複数のレンズエレメントから成り、該レンズエレメントのそれぞれに入射した全光を対応のそれぞれの上記受光部に集光する構成を備えることを特徴とする光検出装置。

【請求項2】請求項1記載の光検出装置において、レンズアレイを光検出器アレイの基板上に形成する構成を備えることを特徴とする光検出装置。

【請求項3】請求項1または請求項2記載の光検出装置において、レンズアレイをフレネルレンズにより構成することを特徴とする光検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はアレイ形光検出器に係り、特に光損失が少なく、高分解能を得るのに好適な光検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のアレイ形光検出器について図面を用いて説明する。従来のアレイ形光検出器として図8に示されるようなものがある。この光検出器はそれぞれ独立したPNあるいはPIN構造を有する受光素子を一列に配置したものである。各受光部102はバッファ層105により電気的に絶縁されており、動作は個別の光検出器と同じである。103は受光部102を取り囲むように設けた第1の電極、104は第2の電極である。第1の電極と第2の電極との間に電圧をかけることにより、受光部102で検出した光信号に比例した電流を取り出す。図9に長波長帯で使用できる単体の光検出器(PIN-PD)の一例を示す。これはn+のInP基板上にn<sup>-</sup>のInGaAsとp+のInGaAsを成長し、PIN構造にしている。光はp形半導体領域を通過し、n<sup>-</sup>InGaAs層で吸収される。このような光検出器アレイを用いる適用例として、文献(相澤他、光導波路とニューラルネットワークを用いたセンシング技術、レーザ学会予稿集、p. 233、1991)に開示されている変位センサがある。この変位センサの構成を図10に示す。同図において、可動物体114から発せられる光は多モード光導波路111に入力される。多モード光導波路111では、複数のモードが励振され、その出射パターンは複雑な干渉パターンとなる。可動物体が変位した場合に多モード光導波路への光の入射条件が変化し、励振されるモード分布も変化する。多モード光導波路からの出射パターンは光検出器アレイ112により光電変換され、ニューラルネットワーク113に入力される。ニューラルネットワーク113では、出射パターンの変化から可動物体の変位を求める。この場合光検出器アレイは導波路

からの出射パターンを検出するのに用いられる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の光検出器の構成では、電極エレメントを電気的に分離するためにバッファ層が設けられており、バッファ層に入射した光は電気信号に変換されず、光の損失になってしまうという問題点があった。また、上記適用例の場合、出射パターンのバッファ層に入射する部分を検出できないため、そのパターンの検出能力が劣化するという問題が生じていた。本発明の目的は、このような問題点に鑑み、個々の受光部相互間に存在するバッファ層による光損失のない高速な光検出器アレイを提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の光検出装置は、例えば図1に示すように、入射する光信号を電気信号に変換する複数の受光部3を有する光検出器アレイ1とともにレンズアレイ2を備え、該レンズアレイ2は、相互に間隙なく配列した複数のレンズエレメントから成り、該レンズエレメントのそれぞれに入射した全光を対応のそれぞれの上記受光部に集光する構成を備えることとする。ここで、上記のレンズアレイは、例えば図2の(a)に示されているように、光検出器アレイの基板上に形成するようにすれば光学的アライメントを自動的に形成することができ好ましい。あるいはこの場合に、上記のレンズアレイを、例えば図5に示されるように、フレネルレンズにより構成すればレンズを薄くでき一層好ましい。

## 【0005】

【作用】本発明の構成によれば、入射した光パターンはレンズアレイにより、その対応する受光部に導かれる。受光部で発生したキャリアは各受光部に設置された電極により捕獲され、その電極に電流が流れる。電流の大きさは光の強さに比例するため、それぞれの電極から得られる電気信号分布により光の強度分布を知ることができる。本発明によれば、レンズアレイから入射される光はすべて受光部に集光され、受光部間に存在するバッファ層に光が導かれることがないので光の損失は小さく、高い分解能を得ることも可能になる。レンズアレイを光検出器の基板上に形成すれば、光学的アライメントが自動的に形成することも可能になる。さらに、レンズアレイをフレネルレンズにより構成すれば、レンズを薄くすることもできるようになり、好ましい構成が可能になる。

## 【0006】

【実施例】図1に本発明の第1の実施例を示す。ここで、1は光検出器アレイ、2はレンズアレイ、3は光検出器アレイの受光部、4は電気信号を取り出す電極である。レンズアレイは受光部上に配置されている。光信号はレンズアレイ2により光信号の空間分布に従って分割されて、それぞれ対応する光検出器アレイの受光面3に導かれる。このとき、受光面間に間隙が存在したとして

も、レンズアレイの各レンズエレメント相互間に間隙を設けず、それぞれのレンズエレメントから入射した全光がそれぞれ対応する受光部に入射するように構成されている。したがって、光信号は損失なく光検出器アレイの各受光部に導かれる。光-電気変換された電気信号は電極から得られる。電極に現われる電流の大きさは入射した光強度に比例するので、電極エレメントの信号強度から、光の強度分布が得られる。

【0007】図2、図3に本発明の第2の実施例を示す。図2(a)は本発明の光検出器を光の入射側から見た場合の図であり、図2(b)は基板上に形成された電極側から見た場合の図である。また図3(a)は図2に示された基板のa-bの断面図(これを単にa-bの断面図という)、図3(b)は同様に図2の基板のc-dの断面図(これを単にc-dの断面図という)を示している。11は基板、12はレンズ、13、14は真性半導体層であり、15は受光部、16は電極層、17は第1の電極部、18は第2の電極部、19はバッファ層である。基板11はn形半導体でも、p形半導体のどちらでも良い。受光部15は基板11がn形半導体の場合はp形半導体、基板11がp形半導体の場合はn形半導体であるものとする。図5では、n形半導体のInPが基板の場合について書いてある。基板側から入射された光はレンズにより屈折される。基板のバンドギャップは入射光のもつエネルギーよりも大きいので、基板を光は通過し、受光部に達する。受光部で発生したキャリアは第1電極部の電極エレメントに向かって拡散し、電流が流れる。ここで、予め、第1の電極部の各電極エレメントには、キャリアを吸収するような電位を加えた状態になっている。入射光の強さに電流の大きさが比例するので各電極エレメントの電気信号の大きさより入射光の強度分布を検出することができる。本構成では、レンズアレイにより光を集光するため、対応する受光部に光を導くことができ、受光部間のバッファ層による光損失がない。また、基板に直接レンズアレイを形成しているので光学的アライメントが不要である。基板上に形成されたレンズはArイオンエッチング等によりレンズの形に加工して作製することも可能であり、ドーピングにより屈折率分布をもたせることにより作製することもできる。さらに、フレネルレンズやCGH (Computer Generated Hologram) によるレンズを作製することも可能である。また、受光部上面に無反射コーティング膜を装着し、表面反射による光損失を低下することも可能である。

【0008】図4は本発明の第3の実施例を示す。この場合もa-b断面図で示している。光検出装置としての動作は第2の実施例と同じである。第2の実施例と異なるのは電極層が受光部と同じ半導体材料で形成されているので、作製プロセスが簡単になるという特徴がある。

【0009】図5は本発明の第4の実施例を示す。光検

出装置としての動作は第1の実施例と同じである。第2の実施例におけるレンズアレイの部分がフレネルレンズにより構成されている。この場合、厚みの薄いレンズにすることができる。

【0010】図6は本発明の第5の実施例を示す。光入射側から見た場合、基板上にレンズが2次元に配置されている。裏面の電極側から見た場合、第1電極部が2次元に配置されている。この構成により、光の2次元の空間分布を検出することができる。

【0011】図7は本発明の第6の実施例を示す。光入射側から見た場合、基板上にレンズが2次元に配置されている。裏面の電極側より見た場合、第1電極部が2次元に配置されている。さらに、第1電極部のエレメントを取り囲む形で、第2電極部が形成されている。これにより光の2次元空間分布を検出することができる。この構造では、第1電極部の各エレメントが電氣的に絶縁され、電氣的クロストークが少なくなる。

【0012】

【発明の効果】本発明によれば、レンズアレイにより対応する受光部に光を導くので、受光素子間のバッファ層には光が導かれないうので光損失を受けずに、光パターンを検出することができる。また、レンズアレイと光検出器アレイが一体化しているので、レンズアレイと光検出器アレイとの光学アライメントが自動的に行われる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例図。

【図2】本発明の第2の実施例図。

【図3】本発明の第2の実施例の断面図。

【図4】本発明の第3の実施例図。

【図5】本発明の第4の実施例図。

【図6】本発明の第5の実施例図。

【図7】本発明の第6の実施例図。

【図8】従来例図。

【図9】PINフォトダイオードの一例図。

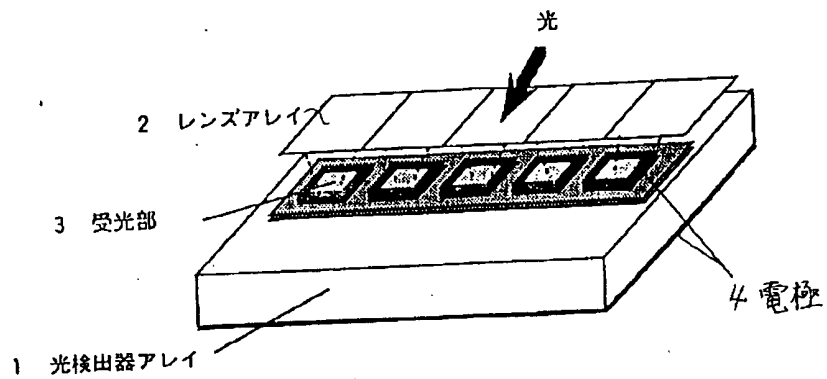
【図10】光検出器アレイを用いた応用例図。

【符号の説明】

1…光検出器アレイ	2…レンズアレイ
3…受光部	4…電極
11…半導体基板	12…レンズ
13…真性層1	14…真性層2
15…受光部	16…電極層
17…第1の電極部	18…第2の電極部
19…バッファ層	
101…基板	102…受光部
103…第1の電極	104…第2の電極
105…バッファ層	111…多モード光導波路
112…光検出器アレイ	113…ニューラルネットワーク
114…可動物体	

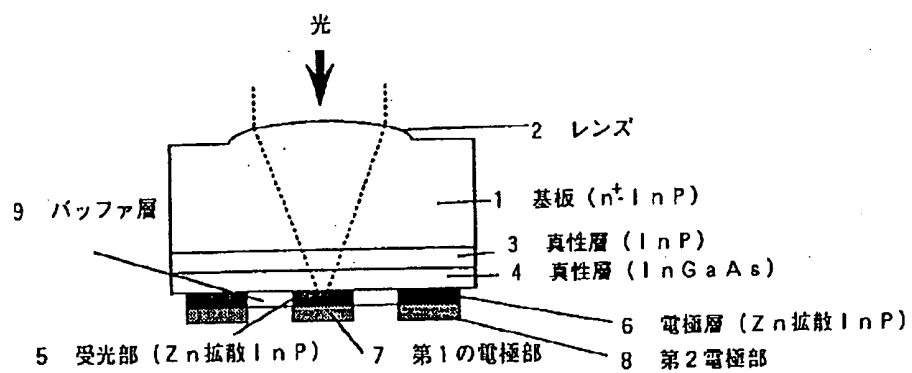
【図1】

本発明の第1の実施例 (図1)



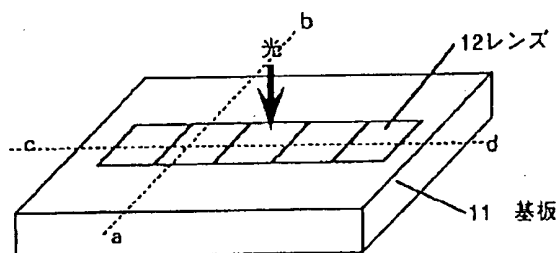
【図4】

本発明の第3の実施例 (図4)  
(a-b断面図)

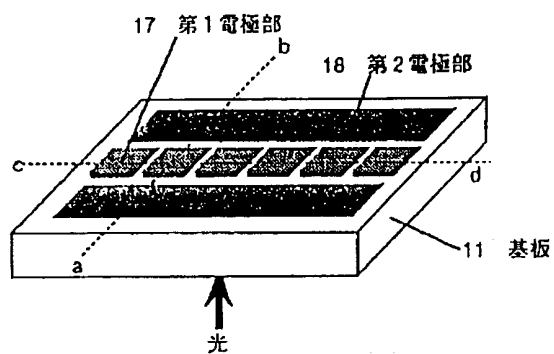


【図2】

本発明の第2の実施例（図2）  
（a）光入射側から見た場合



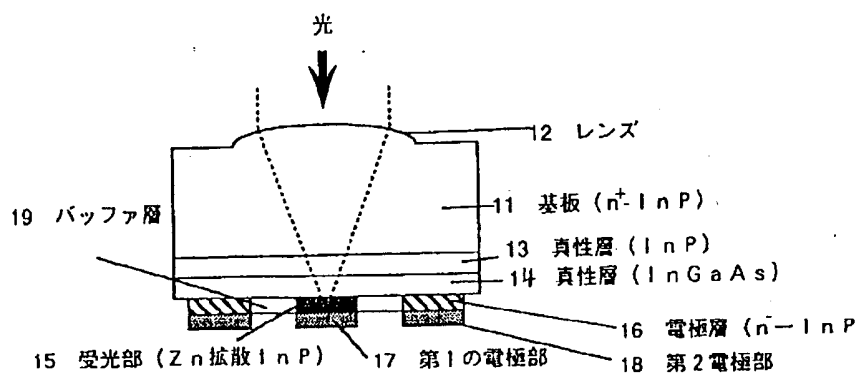
（b）電極側から見た場合



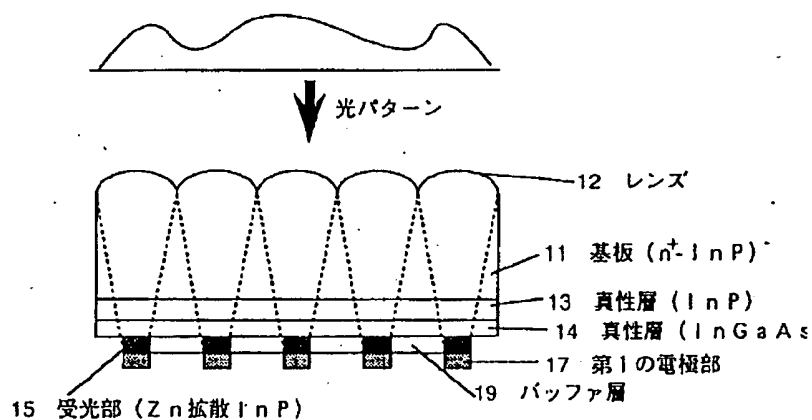
【図3】

本発明の第2の実施例の断面図（図3）

(a) a-b 断面図

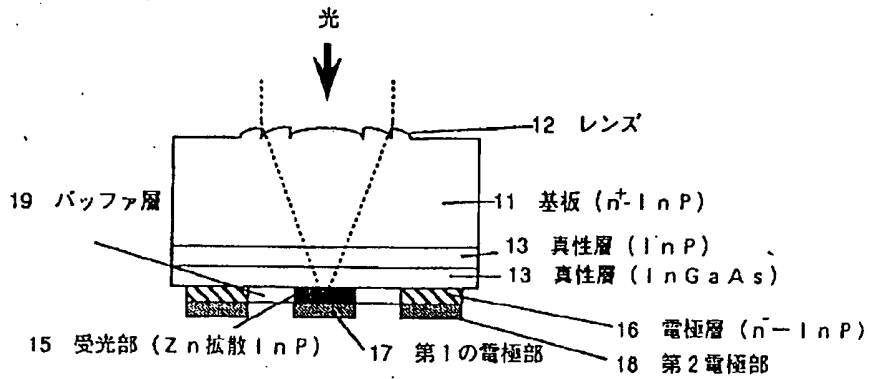


(b) c-d 断面図



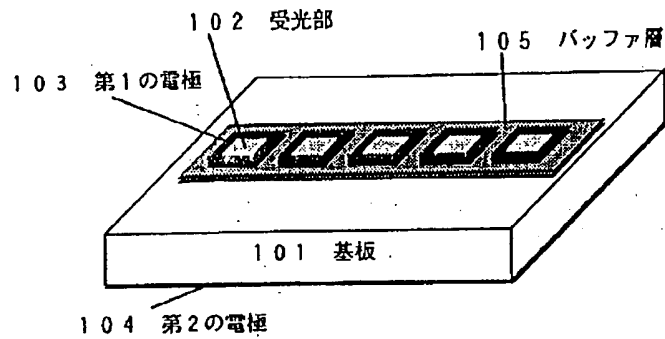
【図5】

本発明の第4の実施例(図5)



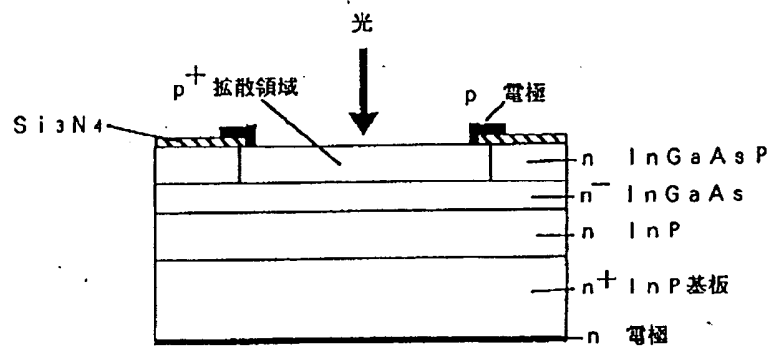
【図8】

従来例 (図8)



【図9】

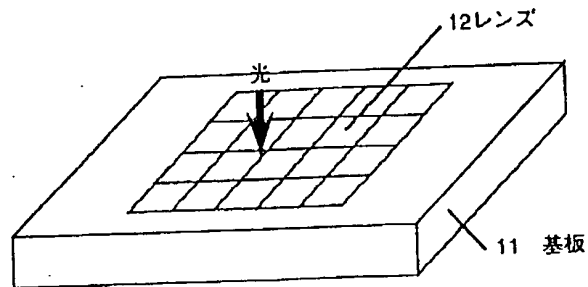
PIN フォトダイオードの一例(図9)



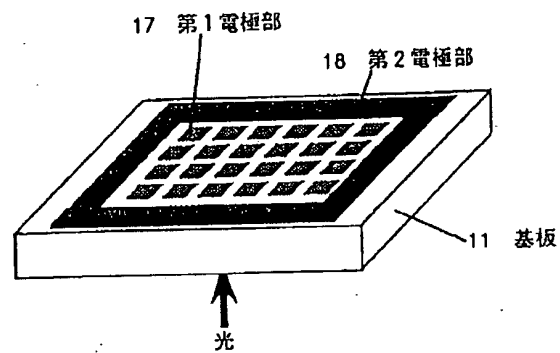
【図6】

本発明の第5の実施例（図6）

(a) 光入射側から見た場合

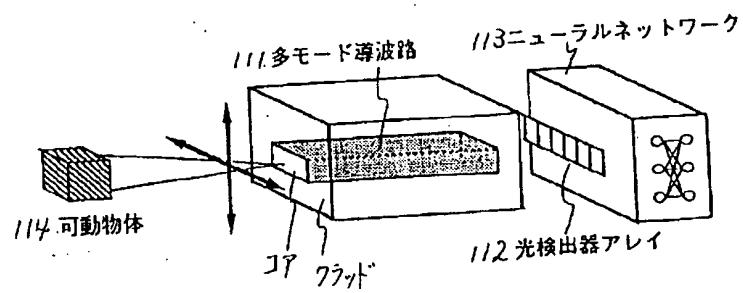


(b) 電極側から見た場合



【図10】

光検出器アレイを用いた応用例（図10）

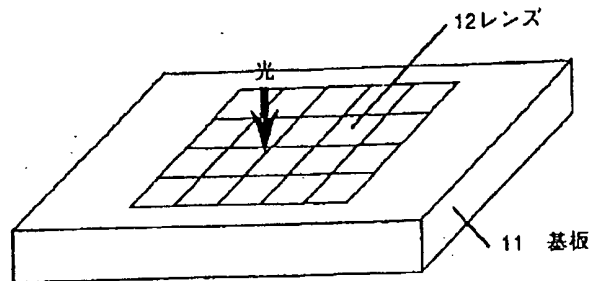




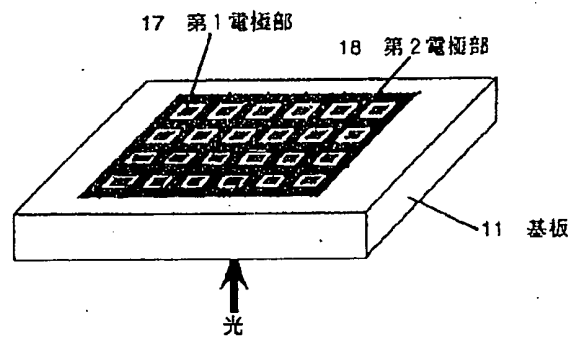
【図7】

本発明の第6の実施例（図7）

(a) 光入射側から見た場合



(b) 電極側から見た場合



フロントページの続き

(72)発明者 松本 隆男

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 湯田 正宏

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**